

Jani-Petri Heino

# Teknisen materiaalin tuottaminen linja-autonkuljettajakoulutusta varten

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Insinöörityö

13.3.2015

Tekijä(t) Otsikko  Sivumäärä Aika	Jani-Petri Heino Teknisen materiaalin tuottaminen linja-autonkuljettajakoulutusta varten  33 sivua + 2 liitettä 13.3.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Tuotetekniikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Heikki Parviainen Opetus toimen johtaja Marko Koivumäki
<p>Tässä insinööriyössä suunniteltiin ja toteutettiin Uudenmaan Ajo-opistolle koulutusmateriaalia henkilöliikenteen ammattipätevyyskoulutusta varten. Valmiin materiaalin hankkiminen tämänkaltaisessa koulutuksessa on kallista ja sen räätälöiminen omiin tarpeisiin vaikeaa.</p> <p>Työ tehtiin yhteistyössä Uudenmaan Ajo-opiston sekä Nurmijärven Linjan korjaamon kanssa. Työssä kartoitetaan aluksi linja-autojen mahdollista väärinkäyttöä ja taloudellista rasitusta aiheuttavia toimintatapoja. Koulutuksen suunnittelua varten tehtiin kuljettajille kysely, jossa selvitettiin heidän näkemyksistään omasta ammattitaidostaan ja kokemuksestaan. Lisäksi tarkasteltiin onnettomuus- ja polttoaineenkulutustilastoja.</p> <p>Tulosten pohjalta on suunniteltu ja toteutettu Uudenmaan Ajo-opistolle helppokäyttöinen, toimiva ja muokattava materiaali henkilöliikenteen ammattipätevyyskoulutusta varten.</p>	
Avainsanat	Ammattipätevyys, linja-auto, kuljettajakoulutus

Author(s) Title	Jani-Petri Heino Generating Educational Material for Bus Driver and Heavy Duty Vehicle Driving License Training
Number of Pages Date	33 pages + 2 appendices 13 March 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Specialisation option	Automotive Design Engineering
Instructor(s)	Heikki Parviainen, Senior Lecturer Marko Koivumäki, Leader of education
<p>In this Bachelor`s thesis educational material was designed and generated for bus driving license education at Uudenmaan Ajo-opisto. Suitable material for this kind of training is very expensive, and it is very challenging and time consuming to tailor educational material for this kind of training.</p> <p>This work was carried out in co-operation with Nurmijärven Linja Oy and Uudenmaan Ajo-opisto. First possible malpractices were examined. Also procedures that cause financial problems were analyzed. In addition, bus drivers were interviewed in order to find out their own opinions about their own expertise and work experience.</p> <p>On the basis of this thesis a user-friendly and flexible educational material will be planned and generated for educating qualified bus drivers.</p>	
Keywords	Bus, driver education, driving license

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Nurmijärven Linja Oy ja Uudenmaan Ajo-opisto	1
2.1	Nurmijärven Linja Oy	1
2.2	Uudenmaan Ajo-opisto	2
3	Taustat ja toimeksianto	2
3.1	Kuljettajakoulutus	2
3.2	Toimeksianto	3
4	Taustatietojen arviointi	4
4.1	Kuljettajakyselyn arviointi	5
4.2	Vahinkoilmoitusten arviointi	9
4.3	Polttoaineenkulutuksen arviointi	12
5	Muut taloudelliset näkökannat	14
5.1	Moottoreiden kulumat	14
5.2	Voimansiirron kulumat	16
5.3	Jarruosien kuluma	18
6	Koulutusmateriaali	19
6.1	Aihealueet	20
6.1.1	Moottori	20
6.1.2	Paineilmajärjestelmät	21
6.1.3	Vaihdelaatikot	22
6.1.4	Hidastimet	24
6.1.5	Vetoakselisto	24
6.1.6	Linja-auton tilantarve ja fyysiset ominaisuudet	25
6.1.7	Taloudellinen ajaminen	26
6.1.8	Poltto- ja voiteluaineet	26
6.1.9	Renkaat ja alusta	27
6.1.10	Ilmastointi- ja lämmitysjärjestelmät	28



6.1.11 Sähkölaitteet	29
6.1.12 Ympäristötekijät ja päästöt	30
7 Jatkosuunnitelma materiaalin käytölle	31
8 Yhteenveto	31
9 Loppupäätelmät	32
Lähteet	33
Liitteet	
Liite 1. Hyväksytty opintosuunnitelma	
Liite 2. Kuljettajille tehty tietotasotutkimus	

## Lyhenteet

UAO	Uudenmaan ajo-opisto
TraFi	Liikenteen turvallisuusvirasto
EGS-V	Volvon valmistama Easy gear shift -vaihteisto
EGR	Pakokaasun takaisinkierätysjärjestelmä
SRC	Typenoksidien katalysaattori
CRT	Hiukkasloukku

## 1 Johdanto

Tämän insinööriyön toimeksiantona syntyi tarpeesta tuottaa Uudenmaan ajo-opistolle materiaalipankki runko linja-autonkuljettajien ammattipätevyyskoulutusta varten. Ammattipätevyys on vaadittu kaikilta henkilöliikenteen kuljettajilta 10.9.2008 alkaen. Materiaali tuotettiin yhteistyössä Nurmijärven Linja Oy:n kanssa. Koulutustarvetta kartoitettiin yhteistyössä Nurmijärven Linjan korjaamon, ajojärjestelyn sekä kuljettajien kanssa sekä Uudenmaan ajo-opiston tarpeiden mukaan. Oma toimenkuvani yrityksessä on raskaan kaluston asentaja, joten havainnot ajoneuvojen vaatimista korjaustoimenpiteistä perustuvat työkokemukseen sekä havaintoihin korjaamolla.

## 2 Nurmijärven Linja Oy ja Uudenmaan Ajo-opisto

### 2.1 Nurmijärven Linja Oy

Nurmijärven Linja Oy kuuluu osaksi Korsisaari-yhtiöitä. Korsisaari-yhtiöt ovat vuonna 1929 perustettu, kokonaisuudessaan 12 yrityksen perheyryitys. Yrityksen toimialaan kuuluu henkilöliikenteen palvelut linja-autoilla sarja- ja tilausajoliikenteessä. Lisäksi yrityksellä on pienkalustopuolella liiketoimintaa, joka tuottaa taksipalveluita. Yritys tuottaa lisäksi runsaasti sairaankuljetuspalveluita useassa toimipisteessä ympäri Suomea. Nurmijärven Linjan pääkonttorin (kuva 1) yhteydessä Nurmijärvellä toimii myös yhtiön korjaamo sekä varikko. Korjaamon toimenkuvaan kuuluvat lähes kaikki linja-autoille tehtävät huolto- ja korjaustoimenpiteet. Korjaamo työllistää tällä hetkellä 11 vakituista asentajaa.



Kuva 1. Korsisaari-yhtiöiden pääkonttori Nurmijärvellä. Kuvassa on myös näkyvissä varikko sekä toimiston yhteydessä oleva 8 autopaikan korjaamo.

## 2.2 Uudenmaan Ajo-opisto

Uudenmaan Ajo-opisto on Nurmijärvellä sijaitseva autokoulu, joka tarjoaa kuljettajakoulutusta lähes kaikissa ajokorttiluokissa. UAO kuuluu osaksi Korsisaari-yhtiötä ja toimiikin siksi läheisessä yhteistyössä Nurmijärven Linjan kanssa. Autokoulun tarjontaan kuuluu ammattipätevyyskoulutus sekä taksiliikenteeseen että raskaan kaluston liikenteeseen henkilöliikenteen puolelle. Koulutus toteutetaan oppisopimustyyppisesti yhdessä Nurmijärven Linjan kanssa. Teoria- ja ajo-opetuksesta vastaavat ammattipätevyyskoulutuksessa vastaavat opetustoimen johtaja Marko Koivumäki sekä liikenneopettaja Raimo Back.

## 3 Taustat ja toimeksianto

### 3.1 Kuljettajakoulutus

10.9.2008 voimaan astuneiden vaatimusten mukaisesti uusien linja-auton kuljettajien on suoritettava ammattipätevyystutkinto. Laissa Kuorma- ja linja-autonkuljettajien ammattipätevyydestä (16.3.2007/273) on määritetty seuraavasti:

#### 3 §

Kuorma- ja linja-auton kuljettajalta vaaditaan perustason ammattipätevyys ja tässä laissa säädetty jatkokoulutus.

Kuorma-auton tai linja-auton kuljettajan perustason ammattipätevyyden saavuttanut saa kuljettaa niitä kuorma-autoja tai linja-autoja ja niiden ajoneuvoyhdistelmiä, joiden luokkaa vastaava ajo-oikeus hänellä on.

(16.3.2007/273)

Lisäksi laissa on määritelty oppisopimuskoulutuksesta seuraavasti:

#### 6 §

Perustason ammattipätevyyden saavuttaminen ammatillisessa kuljettajakoulutuksessa

Jos perustason ammattipätevyyskoulutus suoritetaan vähintään kuusi kuukautta ja enintään kolme vuotta kestävässä ammatillisessa kuljettajakoulutuksessa, 5 §:n 2 momentissa tarkoitettu koe voidaan suorittaa vaihteittain.

Opiskelija, jolla on kuljetettavan ajoneuvon tai ajoneuvoyhdistelmän ajo-oikeus ja koulutuskeskuksen antama hyväksymisasiakirja, saa 1 momentissa tarkoitetun koulutuksen aikana kuljettaa ajoneuvoa tai ajoneuvoyhdistelmää Suomessa. Kuljettajan vähimmäisiästä säädetään 8 ja 9 §:ssä. Hyväksymisasiakirjasta ja kuljettajana toimimisesta annetaan tarkempia säännöksiä valtioneuvoston asetuksella. (6.2.2015/71)

Näiden lain [1] asettamien vaatimusten mukaisesti Uudenmaan ajo-opisto kouluttaa yhteistyössä Nurmijärven Linja Oy:n kanssa oppisopimuksella linja-autonkuljettajia. Ammattipätevyyskoulutuksesta on Liikenteen turvallisuusvirasto TraFi antanut omat vaatimuksensa koulutuksen sisällöstä ja rakenteesta direktiivin 2003/59/EY mukaisesti. Oppisopimuskoulutusta tarjoavien yritysten on hyväksyttävä koulutusohjelmansa Liikenteen turvallisuusvirastolla tai vaihtoehtoisesti käytettävä jo hyväksyttyä toisen yrityksen koulutusohjelmaa [2]. Liitteenä (liite 1) olevan kaltainen opintosuunnitelma on hyväksytty TraFissa ja on koulutusta tarjoavien yritysten käytettävissä. Hyväksytty koulutusohjelma on voimassa 5 vuotta. Koulutusohjelman laajuuden on oltava 140–280 tuntia riippuen siitä, suoritetaanko koulutus laajemman oppimäärän mukaan vai nopeutetusti. Opintosuunnitelmissa on eritelty koulutuksen eri osa-alueet ajoharjoittelusta teoriaopetuksen eri aiheisiin. Toimeksiantoni koskee vain teknistä osaa ammattipätevyyskoulutuksesta. Tekniikan osuus teoriaopetuksesta vaihtelee opetussuunnitelman ja toteutuksen mukaan. Keskimääräinen linja-autotekniikan koulutusosuus sisältää noin 21 tuntia teoriaopetusta. [3]

### 3.2 Toimeksianto

Uudenmaan Ajo-opiston tarjoama ammattikuljettajakoulutus pyrkii tuottamaan ammattitaitoista ja perehdytettyä henkilökuntaa linja-autoliikennöitsijöille. Tämän tavoitteen mukaisesti on kuljettajille koulutettavan materiaalinkin vastattava tämän päivän tarpeita ja tekniikkaa. Uudenmaan Ajo-opiston tavoitteena on luoda itselleen kattava tietopankki ammattipätevyyskoulutusta varten, ja sitä on tarvittaessa pystyttävä helposti muokkaamaan ja räätälöimään eri kursseihin sopivaksi. Lisäksi materiaalia on pystyttävä helposti tulevaisuudessa täydentämään nopeasti kehittyvän ajoneuvotekniikan vaatimusten mukaisesti.

## 4 Taustatietojen arviointi

Koulutusmateriaalia suunniteltaessa arvioitiin koulutustarvetta teettämällä Nurmijärven Linjan kuljettajilla kysely siitä, millaiseksi he kokevat oman ammattitaitonsa. Kyselyssä kartoitettiin, mitä he työkokemuksensa pohjalta kokevat tarpeellisiksi kouluttaa tuleville linja-autonkuljettajille.

Ajoneuvojen kulumisesta ja väärinkäytöstä johtuviin vikaantumisia koskevia ja taloudellisia näkökantoja koulutustarpeeseen tarjoaa usean vuoden työkokemukseni asentajana Nurmijärven Linjan korjaamolla sekä haastattelut ja keskustelut siellä työskentelevien asentajien kanssa. Eräs merkittävä keskusteluissa esille tullut epäkohta kuljettajien ammattitaidossa on puutteellinen ymmärrys voimansiirtolinjan komponenttien kuten kytkimien ja vaihdelaatikoiden toiminnasta ja niiden eroavaisuuksista. Lisäksi puutteellinen ymmärrys moottoritekniikasta aiheuttaa varsinkin talvikuukausina virheellisiä toimintatapoja moottorin esilämmityksessä ja käytössä kylmäkäynnistyksen jälkeen. Nämä väärät toimintatavat aiheuttavat turhaa taloudellista rasitetta yritykselle moottorien rikkoutumisina ja muina mekaanisina vikoina.

Lisäksi merkittävä taloudellinen tekijä liikennöitsijälle ovat tieliikenneonnettomuudet, [4] joita väistämättä tapahtuu. Koulutuksella pyritään vaikuttamaan ennaltaehkäisevästi onnettomuuksiin lisäämällä kuljettajien ymmärrystä ja tietämystä erilaisista liikenneturvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä, kuten tilannenopeuden ja linja-auton fysikaalisten ominaisuuksien vaikutuksesta. Kartoittamalla sattuneita tieliikenneonnettomuuksia ja niistä tehtyjä arkistoituja vahinkoilmoituksia vakuutusyhtiöille pyrittiin havaitsemaan kuljettajien toiminnassa puutteita tai epäkohtia, joihin pystyttäisiin kuljettajakoulutuksessa jo ennen varsinaista ammattiin siirtymistä puuttumaan ja näin välttämään kuljettajan toiminnasta johtuvat vahingot. Vahinkoilmoitusten hyödyntämiseen asetettiin kuitenkin erittäin tiukat rajoitukset yhtiön toimesta, joten niistä saatu tieto rajoittuu lähinnä eri onnettomuustyyppien prosenttiosuuksiin. Otanta vahinkoilmoituksissa oli kuitenkin riittävä, jotta saatiin käsitys siitä, minkälaisissa tilanteissa onnettomuudet normaalisti syntyvät.

Taustatyötä tehtäessä käytettävissä oli myös Nurmijärven Linjan keräämä tilasto eri autojen polttoaineenkulutuksesta vuoden 2014 ajalta. Tätä tilastoa hyödyntäen pystytään arvioimaan eri vuodenaikojen polttoaineenkulutusta ja syitä eri kulutusmääriin.

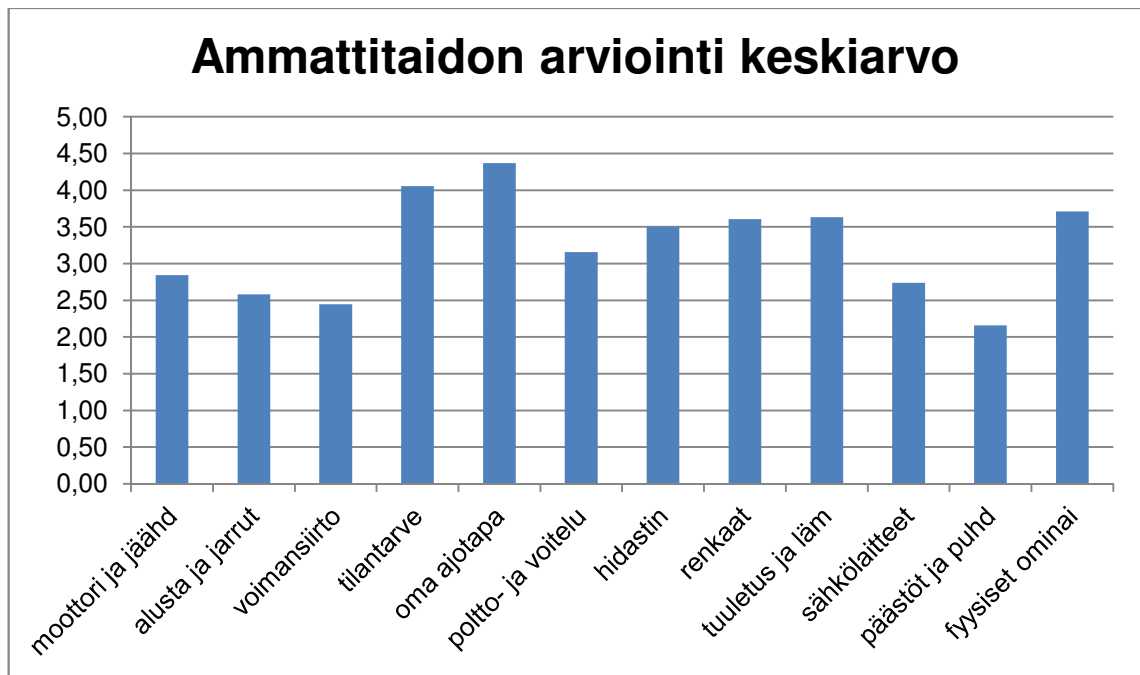
Lisäksi taulukkoa pystyttiin käyttämään hyvin koulutusmateriaalissa havainnollistamaan kuljettajille eri vuodenaikojen ja ajotavan vaikutusta polttoainetaloudellisuuteen.

#### 4.1 Kuljettajakyselyn arviointi

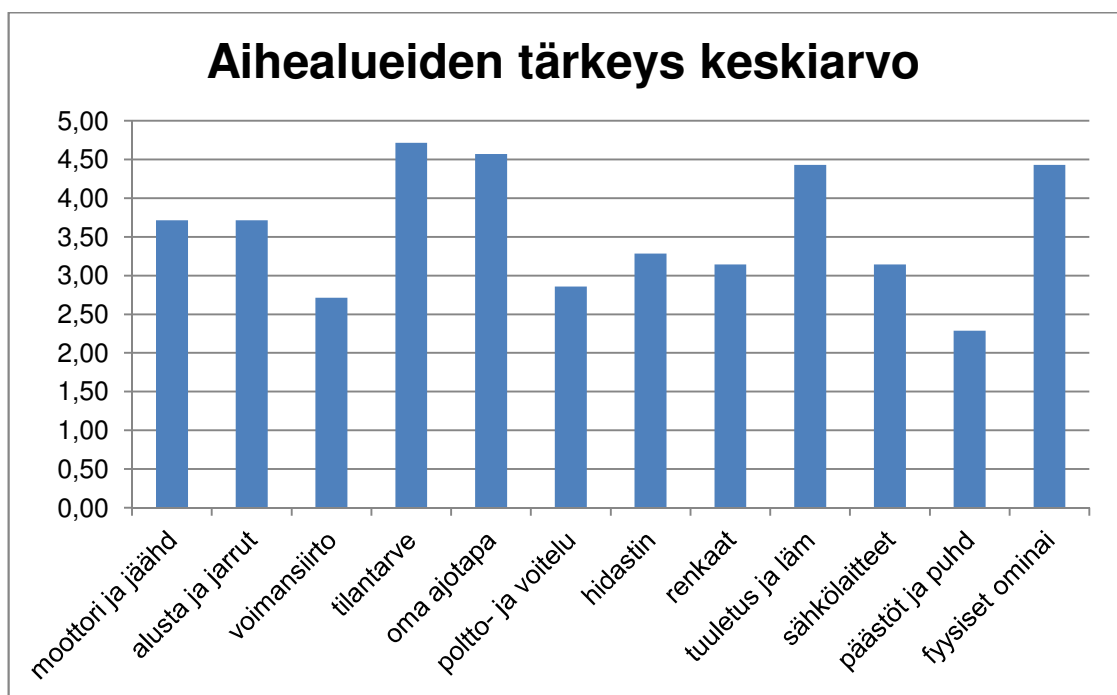
Kuljettajakyselyn (liite 2) tavoitteena oli kartoittaa jo aktiivisesti työelämässä olevilta kuljettajilta, minkälaisia asioita he olisivat halunneet koulutusta sekä minkälaisia ras-kaan kaluston tekniikkaan liittyviä asioita he itse kokevat tärkeiksi oman ammattitaiton-  
sa kannalta. Lisäksi pyrkimyksenä oli selvittää, kuinka he itse kokevat hallitsevansa eri osa-alueet linja-autotekniikassa. Kysely toteutettiin vapaaehtoisena ja anonyymina. Vastausaikaa kyselyyn annettiin yksi kuukausi, jonka aikana ajojärjestely toivoi kuljetta-  
jien vastaavan kyselyyn. Anonyymiydellä toivottiin saavutettavan mahdollisimman asi-  
allisia ja rehellisiä vastauksia.

Nurmijärven Linjalla on aktiivisesti sesongista riippuen palveluksessaan 70–80 kuljet-  
tajaa. Vastauksia [5] kyselyyn saatiin kuitenkin vain 20, joista miehiltä 12 ja naisilta 6. Loput 2 eivät ilmoittaneet sukupuoltaan. Otanta oli näin ollen melko pieni, mutta tä-  
mäkaltaisissa kyselyissä se on tavallista. Haluttomuus vastata kyselyyn yllätti, koska  
tavallisesti ihmisillä on halu vaikuttaa asioihin työelämässä. Lisäksi kyselyn tuottamien  
vastauksien asiallisuus on selvästi osittain kyseenalainen. Näin ollen siitä saatu hyöty  
jäi vähäiseksi ja kysely antaa ainoastaan viitteitä siitä, millaiseksi ammattikuljettajat  
kokevat oman ammattitaitonsa.

Kyselyssä kuljettajien piti arvioida oma tietämyksensä eri linja-auton osa-alueista sekä  
asian tärkeys. Arviointiasteikkona oli pisteytys yhdestä viiteen. Vastauksien pohjalta  
laadittiin alla olevat diagrammit.



Kuva 2. Ammattitaitoa kartoittavien kysymysten keskiarvot.



Kuva 3. Linja-auton komponenttien tuntemisen tärkeys.

Kuvaajia ja vastauksia tarkastelemalla huomattiin, että kuljettajia ei niinkään kiinnosta linja-autotekniikka moottorin tai muiden rakenteellisten komponenttien osalta. Tärkeiksi koettuja asioita olivat ajoneuvon kuljettamiseen liittyvät asiat sekä mukavuuteen vaikut-



tavat seikat, kuten lämmitys- ja ilmastointijärjestelmät. Näitä aihealueita oli myös arvioitu hallittavan muita aihealueita paremmin, mutta käytännön kokemus korjaamalla työkentelystä ja kuljettajien jokapäiväinen opastus järjestelmien parissa osoittaa, että järjestelmiä ei osata käyttää oikeaoppisesti ja taloudellisesti. Lisäksi vastanneet kokivat hallitsevansa hyvin havainnoinnin ajoneuvon fyysisistä ominaisuuksista. Seuraavassa luvussa tarkasteltava vahinkoilmoitusten analyysi osoittaa kuitenkin muuta.

Kyselyyn vastanneiden kuljettajien keski-ikä oli 36,4 vuotta ja työkokemus keskimäärin 13,9 vuotta. Näin ollen kyse ei ole läheskään uusista ja kokemattomista kuljettajista. Lisäksi kuljettajien oli mahdollista antaa palautetta siitä, minkälaisia asioita he kokevat olevan tarpeellista kouluttaa alalle pyrkiville kuljettajille. Myös tähän kysymykseen saadut vastaukset olivat osittain epäasiallisia ja hyödyttömiä, mutta osin järkeviäkin. Lisäksi tältäkin osin kyselyyn vastaaminen koettiin ilmeisesti tarpeettomaksi, sillä vastauksia saatiin tähänkin kohtaan niukasti. Vapaan palautteen osiosta, jossa kuljettajat saivat kuljettajakyselyssä (liite 2) antaa vapaasti omin sanoin palautetta, saadut vastaukset olivat sanatarkasti seuraavat:

- kaikkia
- Auton kunnossa oleminen ja vaikutus jos on viallinen auto (ennakoivaa ajamista).
- Kaikkien laitteiden tulisi toimia, ongelman ratkaisu ja vianetsintä taitoja tulisi opettaa.
- Itseäni kiinnostaisi ihan periaatteella ”tekniikkaa tumpeloille”, eli mitkä voisi olla yleisimmät viat joita tien päällä kohtaa ja mitä voisi itse ehkä tehdä.
- Opettaa ensiksi ajamaan, sitten miten autot toimivat.... Loput opettaa soita.
- Kaluston kunto- ja turvallisuusvaatimuksia lain näkökulmasta.
- Talviajon ja kesäajon erilaisuus.
- Taloudellinen ja ennakoiva ajotapa, sekä turvavälien tärkeys ja rauhallisuus.
- ajotapa
- rauhallisuutta.

Vastauksia tarkastelemalla on havaittavissa, että jo ammatissa olevia kuljettajien kiinnostuksenkohteet tekniikasta kohdistuvat erilaisiin ajoneuvon vikaantumisiin ja häiriöihin. Tämänkaltainen palaute on ennakoitavissa, sillä ajoneuvo on kuljettajan tärkein työkalu. Varsinaisesti oppimateriaalin suunnittelua ajatellen on pääteltävissä, että on hyödyllisempää painottaa kuljettajakoulutuksen aikana enemmän teknisiä asioita. Koulutuksen aikana niihin kohdistunut mielenkiinto pienenee siirryttäessä työelämään. Palautteen pohjalta kuljettajia kiinnostavia asioita kuten oman ajotavan kehittämistä kannattaa kouluttaa ennemmin kuljettajien täydennyskoulutuksissa kuin varsinaisessa ammattikoulutuksessa. Tällöin koulutuksesta saatu hyöty on suurempi niin ammattia opiskelevien kuin jo työelämässä olevien parissa.

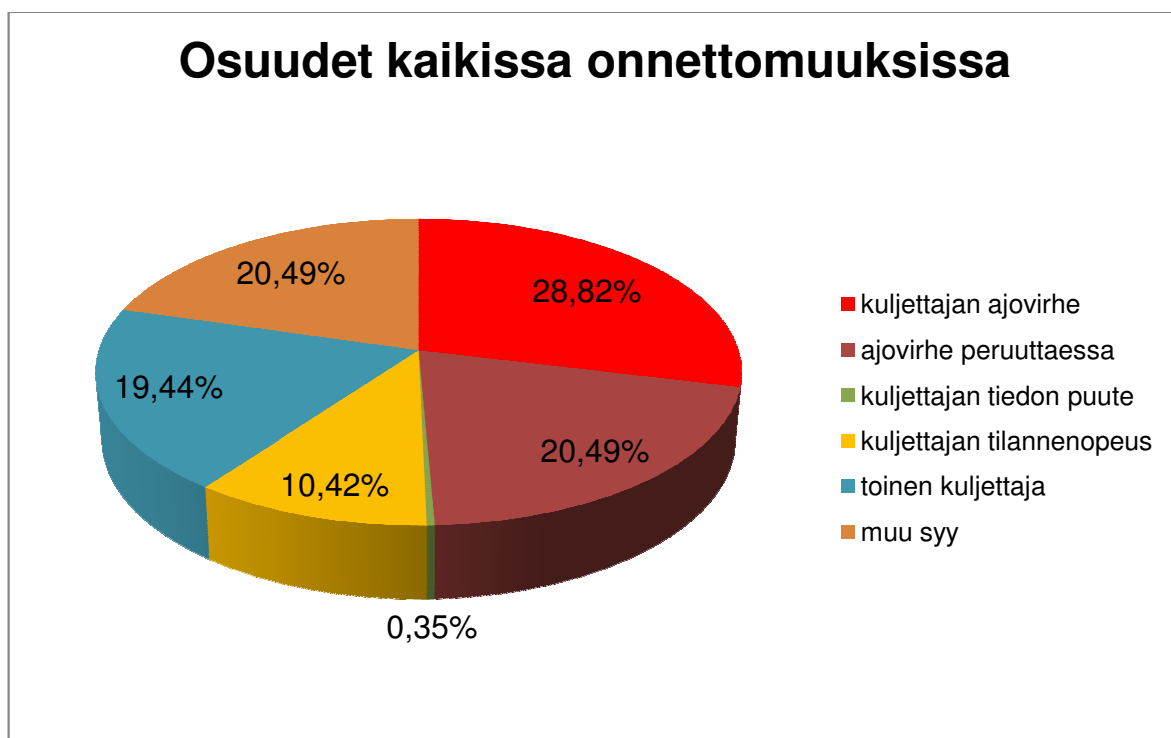
Kuljettajien antamat arviot omasta ammattitaidostaan koskien moottoria ja voimansiirtolinjaa sekä muita rakenteellisia osa-alueita ovat osaltaan selitettävissä sillä, että kuljettajan ammatissa ei tarvitse tietää tai ymmärtää komponenttien rakenteista juuri mitään. Ymmärrys näistä asioista kuitenkin ohjaisi kuljettajia oikeaoppiseen toimintaan esimerkiksi hidastimia, paineilmajarruja ja kytkintä käyttäessä.

Useimmiten korjaamolta saadun palautteen pohjalta on havaittavissa, että puutteellinen tieto laitteiden toiminnasta ja käytöstä johtaa väärinkäytöksiin ja kuluvien osien liian suureen kulumaan ja rikkoutumisiin. Tämänkaltaisista tapauksista esimerkkinä mainittakoon sähköiset hidastimet, joiden käyttöä pidetään epämiellyttävänä, jolloin järjestelmä kytketään pois päältä kuljettajan toimesta. Hidastinjärjestelmän pois kytkeminen johtaa kasvaneeseen jarrujen kulumaan, koska tällöin ajoneuvon kaikki hidastuuteen tarvittava voima tuotetaan jarruilla.

Lisäksi kuljettajien ymmärrys ympäristön kuten lämpötilan vaikutuksista ajoneuvoon ja esimerkiksi sen moottoriin on käytännön havaintojen perusteella paikoitellen vajavaista, kuten jo aiemmin mainittu. Esimerkiksi moottorin esilämmitys ja käyttö ennen kuin moottori saavuttaa käyttölämpötilansa on talvikuukausien aikana virheellistä. Moottorin käynnistämisen jälkeen monesti nostetaan välittömästi moottorin kierrosnopeus korkeammaksi, koska pyritään säästämään aikaa paineilmajärjestelmän täytössä. Linja-auton paineilmakompressorin käyttövoimana on ajoneuvon oma dieselmoottori, joten sen tuottama paineilman määrä on riippuvainen moottorin kierrosnopeudesta. Tällöin ei kuitenkaan ymmärretä, miten esimerkiksi kylmästä johtuva öljyn jäykkyys, sekä kylmät moottorin komponentit vaikuttavat moottorin rakenteeseen ja palotapahtumaan.

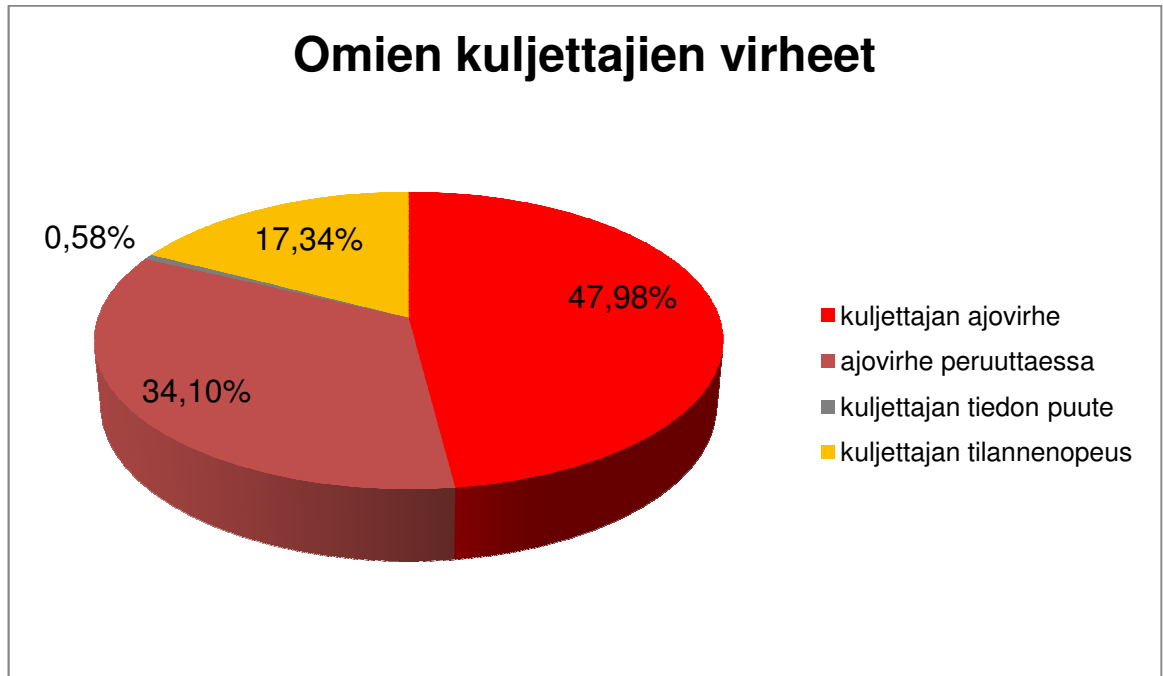
## 4.2 Vahinkoilmoitusten arviointi

Oppimateriaalia suunniteltaessa haluttiin myös tarkastella mahdollisia syitä syntyneille liikennevahingoille. Mahdollisuus vaikuttaa kuljettaja koulutuksella siten, että liikennevahinkojen määrä pienenisi, luotaisiin säästöjä korjaus- ja vakuutuskuluissa. Tästä syystä työssä tarkasteltiin Nurmijärven Linjan vahinkoilmoitukseen johtaneiden liikennevahinkojen syitä. Vahinkoilmoitusten yksityiskohtainen analysointi ei kuitenkaan ollut sallittua, joten niistä saatava tieto rajoittui lähinnä määriin sekä vahinkojen syiden lajitteluun. Tässäkin luokittelussa oli tyytyminen karkeaan jaotteluun. Otantana saatiin käytettäväksi kaikkiaan 288 tapausta, joista Nurmijärven linjan kuljettajien aiheuttamia 173 tapausta. Ajallisesti tapaukset sijoittuvat aikavälille 2009–2014, joten saatavilla oli kohdallaisen tuoretta tietoa. Alla olevassa ympyrädiagrammissa (kuva 4) on prosenttiosuuksina jaoteltuna kaikki syntyneet liikennevahingot, jotka ovat johtaneet asiointiin vakuutusyhtiön kanssa.



Kuva 4. Onnettomuuksien syyt, kaikkien tapauksien prosenttiosuudet.

Kun kaikista tapauksista karsittiin selkeät tapaturmat, kuten kivien sinkoutumiset renkaista, sekä ilkivalta ja muiden kuin Linja-autonkuljettajan aiheuttamat onnettomuudet, jakautuivat onnettomuuden prosentuaalisesti kuvan 5 mukaisesti.



Kuva 5. Syitä onnettomuuksille.

Tilastoja tarkasteltaessa on selvästi havaittavissa, että kuljettajat aiheuttavat selvästi eniten tapaturmia puhtaasti ajovirheiden, kuten ajoneuvon mittojen väärinarvioinnin takia. Valtaosa näistä tapauksista oli matalassa vauhdissa tapahtuneita peltivaurioita, jotka johtuivat huonosta havainnoinnista ja keskittymisen puutteesta. Tämän tyyppisiin onnettomuuksiin voidaan myös laskea peräänajot, sillä niiden syynä ovat useimmiten juuri puutteellinen havainnointi ja liian lyhyet turvavälit. Näihin tapaturmiin pystytään osaltaan vaikuttamaan opettamalla kuljettajille ajoneuvon käyttäytymistä käännäessä ja kaarreajossa sekä painottamalla havainnoinnin tärkeyttä ja turvavälejä jo kuljettajakoulutuksen aikana, ennen kuin kuljettajat siirtyvät työelämään.

Toinen merkittävä tilanne, jossa peltivahinkoja syntyy, on peruuttaessa linja-autoa. Nämä onnettomuudet syntyvät puhtaasti puutteellisen havainnoinnin takia. Useimmiten tilanteessa peruutetaan jotakin kiinteää kohdetta kuten betoniporsasta tai toista autoa päin, koska ei ole tarkistettu, mitä ajoneuvon takana on. Tätä asiaa kannattaa myös painottaa kuljettajakoulutuksessa, sillä tämän tyyppisiä peltivaurioita pystytään välttämään helposti, ja jokainen tämänkaltaisen tapaturma on usein kuljettajan välinpitämät-

tömyyttä. Nykyaikaisen linja-auton takapuskuri ja takakulmat ovat lähes poikkeuksetta lasikuitua, ja linja-auton massa on 10–20 tonnia, jolloin liike-energian takia pienikin osuma tuottaa korille suurta vahinkoa.

Viimeinen merkittävä liikennevahinkojen aiheuttaja on liian suuri tilannenopeus. Tyypillisesti liian suuren tilannenopeuden aiheuttama liikennevahinko on jonkintyyppinen tieltä suistuminen tai luisuminen. Tämänkaltaisia onnettomuuksia tapahtuu enimmäkseen talvikuukausina. Kuten jo aiemmin on mainittu, pitäisi kuljettaja koulutuksessa myös painottaa talvi- ja kesäajon erilaisuutta. Esimerkiksi se tosiasia, että linja-autoissa kuten muussakaan raskaassa liikenteessä ei ole varsinaisesti erikseen talvirenkaita vaan hiukan pitävämmällä kuviolla varustetut talvipinnoitetut renkaat, pääsee unohtumaan monelta kuljettajalta. Kuljettajien pitäisi pystyä muokkaamaan omaa ajotapaansa talviliikkaiden vaatimusten mukaisesti.

Luisumisia ja suistumisia kuten myös osaltaan peräänajojakin pystyttäisiin vähentämään pienentämällä tilannenopeuksia kelin vaatimalle tasolle. Tätä tosiasiaa on myös painotettava uusille kuljettajille ennen heidän siirtymistään ammattiin. Kuva 5 esittää juuri suistumisesta liikennevahinkoon ja purettavaksi joutunutta linja-autoa. Liian suuren tilannenopeuden takia ajoneuvo suistui ojarumpua päin vasemmalle kääntyvässä mutkassa talvella 2014.



Kuva 6. Tieltä suistunut linja-auto.

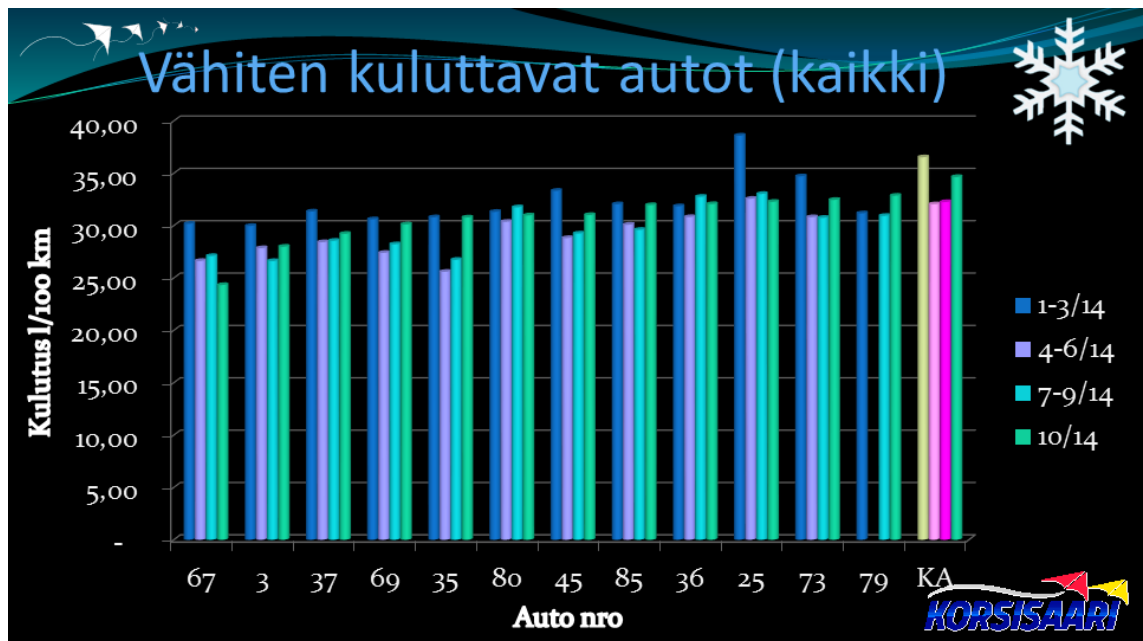
Lisäksi haluttiin tarkastella selvästi kuljettajan tiedonpuutteesta johtuvia onnettomuuksia. Näiden osuudet jäivät kuitenkin niin marginaaliseksi, että niiden analysoinnista ei ole saatavilla hyötyä.

#### 4.3 Polttoaineenkulutuksen arviointi

Merkittävä tekijä linja-autoliikennöitsijän kulujen muodostumisessa ovat polttoainekulut. Alati kallistuva dieselöljyn hinta ja verotuksen kiristyminen ovat johtaneet kulujen runsaaseen nousemiseen. Linja-autojen tekniikan kehittyminen on osaltaan pienentänyt polttoaineen kulutusta, mutta parhaiten siihen pystytään kuitenkin vaikuttamaan kuljettajien ajotavalla.

Nurmijärven Linja suorittaa jatkuvasti seurantaan polttoaineen kulutuksesta. [6] Varikon yhteydessä on Shellin kylmäasema, jolla linja-autot tankataan aina ajon päätteeksi. Tankkaustiedoista saadaan tietoon ajatut kilometrit ja tankatun polttoaineen määrä, koska tankatessa automaattiin täytyy antaa ajokilometrit matkamittarista. Näiden tietojen perusteella pystytään laskemaan arvioitu keskipolttokulutus jokaiselle ajoneuvolle erikseen.

Kuten kuvan 7 diagrammista on helposti havaittavissa, on ajoneuvojen polttoaineenkulutus selvästi verrannollinen vuodenaikaan. Kylminä kuukausina polttoaineen kulutusta lisäävät joutokäynti ja diesel öljyllä toimiva lisälämmitin. Kesällä ajoneuvoja täytyy vuorostaan jäähdyttää ilmastointilaitteella, joka ottaa käyttövoimansa kiilahihnalla moottorista, jolloin se lisää kulutusta. Näiden järjestelmien oikeaoppinen ja taloudellinen käyttäminen luo säästöjä polttoainekuluissa, joten kuljettajakoulutuksessa olisikin tärkeää kouluttaa uusille kuljettajille näiden järjestelmien toimintaa ja rakennetta, mikä ohjaisi niiden oikeaoppiseen käyttämiseen. Alla olevassa kuvassa 8 on havainnollistettu ja laskettu näiden järjestelmien aiheuttamia polttoainekuluja vuositasona koko linja-autokaluston suhteen.



Kuva 7. Korsisaari-yhtiöiden polttoaineenkulutuksen seurannan taulukko vähiten kuluttavista linja-autoista. Vaaka akselilla ajoneuvojen tunnistamiseen käytettävät kylkinumerot.

## VÄLTÄ TYHJÄKÄYNTIÄ!

- Tyhjäkäynnillä auto kuluttaa polttoainetta **4 l/tunti**
- 1 tunti tyhjäkäyntiä päivässä tarkoittaa koko kalustossa **200 litraa** polttoainetta/ pvä
- Vuodessa tämä on **48 000 litraa = n. 75 000 €.**

200 litraa päivässä

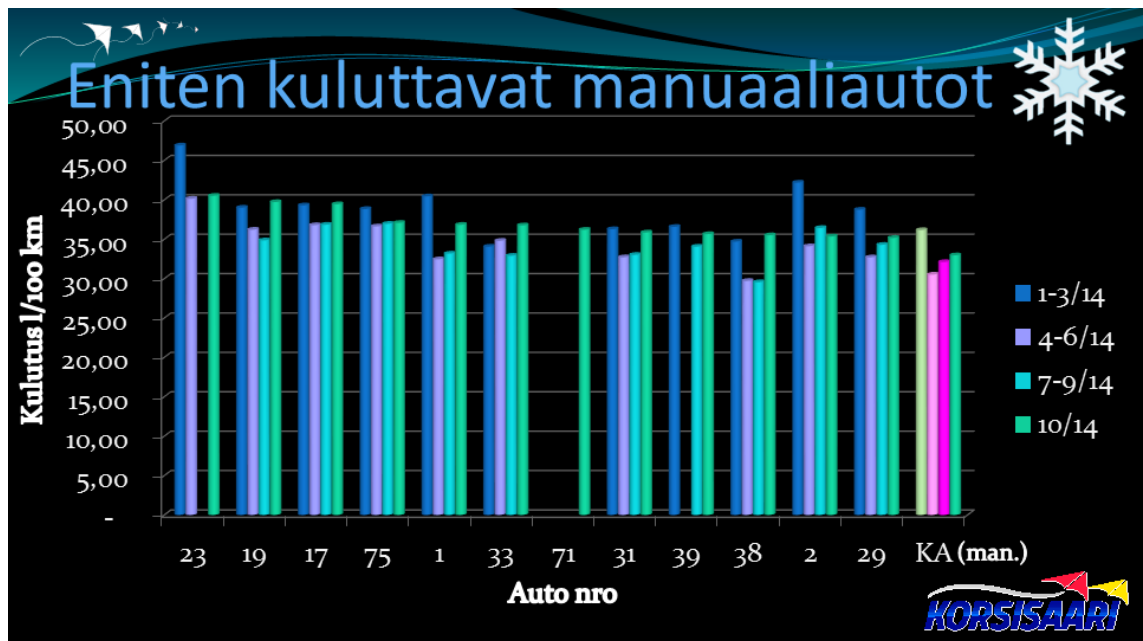
Säiliöautollinen vuodessa

- Webasto kuluttaa 2 l/h
- Kylmäkone kuluttaa 3 l/h
- Kylmäkone syö moottoritehoa n. 30 hv!

KORSISAARI

Kuva 8. Korsisaari-yhtiöiden laskelma polttoaineen kulutuksesta.

Kuten kuvasta 7 on havaittavissa, ovat taloudelliset vaikutukset merkittävät turhalla joutokäynnillä ja turhalla, linja-autoissa tyypillisesti käytetyn Webasto-lisälämmittimen käytöllä. Lisäksi vieläkin suurempi polttoaineenkulutusta lisäävä järjestelmä on ilmastointilaite, kuten aiemmin mainittiin.



Kuva 9. Manuaaleista eniten kuluttavat.

Merkittävä seikka huomioida tarkasteltaessa diagrammeja on, että iältään ja kunnoltaan lähes samankaltaisten ajoneuvojen kulutuksissa saattaa olla useankin litran ero. Esimerkkinä diagrammeista poimittakoon autot 37 ja 38, jotka ovat kunnoltaan ja rakenteeltaan identtiset euro 5 -luokan Iveco Crosswayt. Autoilla on tyypillisesti pyritty pitämään yksi kuljettaja, jolloin ajoneuvon käyttö ja tuntemus on varmempaa. Auto 37 kuluttaa säännönmukaisesti alle 30 l / 100 km, kun taas sisarauto 38:n kulutukset ovat poikkeuksetta yli 30 jopa lähes 40 l / 100 km. Tämä johtuu pääosin kuljettajan ajotavasta, sillä autoja käytetään samoilla liikennöintilinjoilla.

Kaikkiaan kuljettajien kouluttaminen taloudellisempaan ajotapaan ja ajoneuvon laitteiden käyttöön voi tuoda vuositason liikennöitsijälle suuret säästöt. Kuljettajakoulutuksessa kannattaa tästä syystä panostaa aihealueen koulutukseen.

## 5 Muut taloudelliset näkökannat

### 5.1 Moottoreiden kulumat

Kuten jo aiemmin tässä insinöörityössä mainittu, on moottoreiden kulumisen ja hajoaminen eräs linja-autoliikennöitsijän ongelmista. Näiden ongelmien osasyynä ovat moot-



toreiden väärinkäyttö kuljettajien toimesta. Kuten jo edellä mainittu, varsinkin kylmissä olosuhteissa tapahtuva moottorin kylmäkäynnistys ja seuraavat hetket siitä ovat merkityksellisiä kuvan 10 kaltaisten moottorien kestävyyskannalta. Liian aikainen moottorin kierrosnopeuden nosto, kun moottoriöljy ei vielä jäykkyytensä takia voitele konetta oikein, aiheuttaa kulumaa ja rasitusta moottorin komponenteille. Merkittävät voitelun puutteesta kärsivät komponentit ovat varsinkin moottorin laakerit. Voitelemattomana pyörivät kiertokangen- sekä runkolaakerit kuluvat merkittävästi, ja tällöin moottorin käyttöikä laskee. Lisäksi kulumaa syntyy niin sylinteriputkiin, nokka-akseleihin kuin mänttiin ja turboahtimiin. Lisäksi kuluman vuoksi moottorin hyötysuhde ja teho laskevat, mikä näkyy suoraan polttoaineenkulutuksessa.



Kuva 10. Rikkoutunut Volvo B7R -linja-auton moottori.

Moottorin väärinkäytön takia rikkoutunut tai väljäksi kuluneen koneen uusiminen maksaa aina liikennöitsijälle huomattavan summan riippumatta siitä, korjataanko kone itse korjaamolla vai hankitaan ajoneuvoon vaihtomoottori. Tämänkaltaisia kuluja voidaan leikata helposti kouluttamalla ja opastamalla kuljettajia moottorin oikeaoppiseen käyttöön kylmänä vuodenaikana. Kesällä ilmiö ei ole niin radikaali, mutta myös tällöin käynnistäessä on otettava huomioon, että moottori on kylmä.

Moottorin kuntoon ja kestävyysvaikutta myös merkittävästi oikeaoppinen vaihteiston käyttö. On tärkeää, että kuljettajat ymmärtävät moottorin tehon ja väännön merkityksen moottorille. Opastamalla ja kouluttamalla oikeaoppiseen vaihteiden ja välityssuhteiden käyttöön voidaan luoda säästöjä polttoaine taloudessa sekä lisätä moottorin ja sen komponenttien kuten kuvan 11 kaltaisten nivelakselien käyttöikää.



Kuva 11. Väärinkäytön takia katkennut kardaaniakseli.

## 5.2 Voimansiirron kulumat

Korjaamolla työskentely on osoittanut, että moottorin ohella vikaantumiselle ja kulumalle alttiita kohteita ovat voimansiirtolinjan komponentit. Manuaalivaihteisissa autoissa on havaittu merkittäviä väärinkäytöksiä kytkimien ja vaihdelaatikkojen käytössä. Turhan usein korjaamo joutuu vaihtamaan poltettuja kytkinlevyjä, joiden ennenaikainen kuluminen on seurausta kytkimen luistattamisesta. On havaittu, että ilmeisesti kuljettajat eivät osaa arvioida eroa henkilö- ja linja-auton moottorin väännöissä, sillä liikkeille lähettäessä tyhjälläkin ajoneuvolla on havaittavissa runsasta kytkimen luistattamista. Lisäksi havaintojen perusteella kuljettajat pyrkivät lähtemään liian isolla vaihteella liikkeelle, jolloin kytkintä joutuu luistattamaan.



Toinen merkittävä tekijä voimansiirtolinjan vikaantumisessa on puutteellinen ymmärrys eri vaihdelaatikkojen eroista ja ominaisuuksista. Nurmijärven Linjalla on eri ajoneuvoissaan seitsemää erilaista manuaalivaihdelaatikkoa, kuten kuvan 12 kaltainen EGS-V vaihteisto ja ajoneuvojen konstruktioita, joissa jokaisessa on hiukan erilainen toimintatapa ja tuntuma. Lisäksi saman vaihdelaatikon omaavissakin ajoneuvoissa on eroja kytkimen tunteudessa, vaikka vaihdelaatikko toimii samoin.



Kuva 12. Volvon EGS-V-vaihdelaatikko irrotettu poltetutun kytkimen takia.

Scania käyttää tyypillisesti omissa autoissaan omaa comfort shift -robottivaihdelaatikkoon, joka mahdollistaa ajamisen niin sanotusti esivalittavana, eli vaihde voidaan asettaa valmiiksi halutulle vaihteelle valitsimessa ja vaihto tapahtuu vasta painettaessa kytkinpoljinta. Siirryttäessä ajamaan Volvon linja-autoja, jotka on varustettu Volvon omalla egs-v-robottivaihdelaatikolla tätä vaihteen vaihtamiseen käytettyä tapaa ei voida kuitenkaan käyttää, sillä egs-v-vaihdelaatikko ei tue esivalintaa. Tämä kuitenkin ei ole aivan selvää kaikille kuljettajille tai kuljettajaksi pyrkiville, joten vaihteistojen väärinkäyttö aiheuttaa vaihdelaattikoihin mekaanisia ja sähköisiä vikoja. Edellä mainitut vaihdelaatikat ovat markkinajohtaja asemassa olevien ajoneuvovalmistajien eniten käyttämät, joten niiden yleisyys ajoneuvoissa on suuri.

Lisäksi ajoneuvokannassa markkinoilla ovat yleistyneet käyttöön Ivecon linja-autot. Näissä on tyypillisesti käytetty perinteisempää ZF:n valmistamaa vaihdelaatikkoa, jossa on vaijerilla välitetty vaihteen valinta, jolloin niiden toiminta on yksinkertaisempi ja vioille ja väärinkäytöille vähemmän altis.

### 5.3 Jarruosien kuluma

Kuten jo aiemmin tässä insinööriyksössä on mainittu, on yksi merkittävä kulujen aiheuttaja linja-auto liikennöitsijälle liian suuri ajoneuvojen jarrukuluma. Automaattiautoissa jarrujen kuluma on tyypillisesti vaihdelaatikon rakenteesta johtuen suurempi, sillä ajoneuvoa on hidastettava poikkeuksetta jarruilla, koska vaihteisto vaihtaa pienemmälle vaihteelle kierrosten laskiessa ja pakokaasujarru ei tällöin toimi.

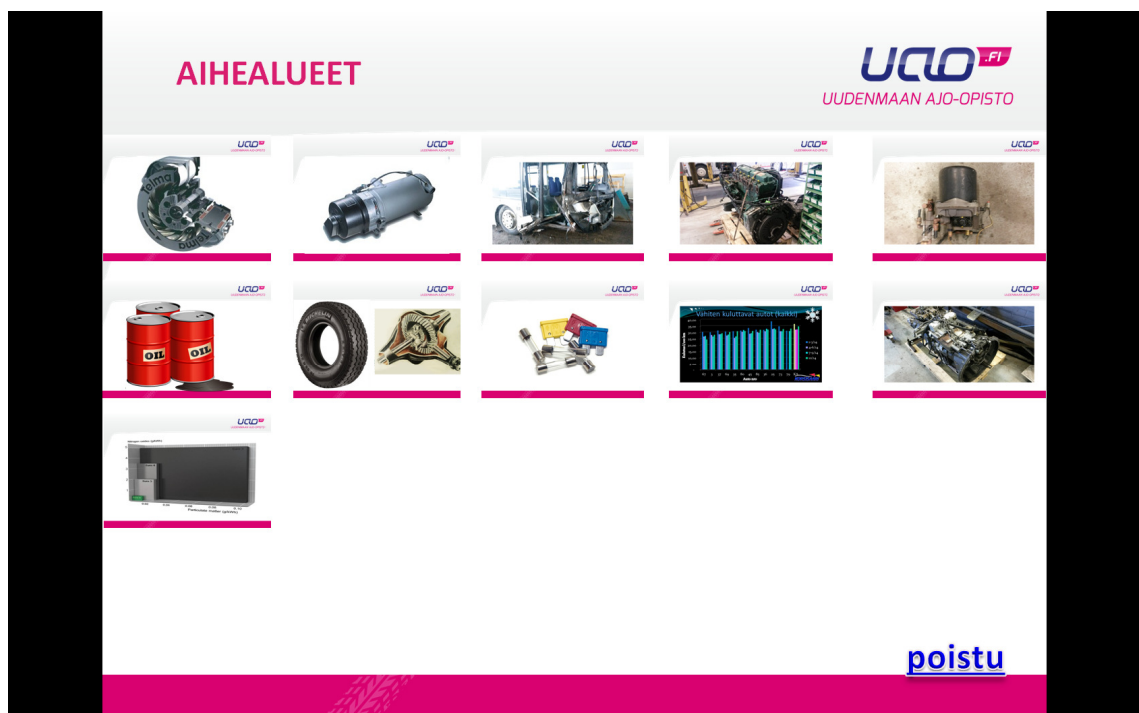
Linja-autot ovat tänä päivänä varustettu kuitenkin tehokkailla jarrutusvoimaa tehostavilla hidastimilla, joiden tehtävä on siirtää hidastamiseen vaadittavaa työtä pois jarruilta. Hidastin on toteutettu perinteisesti rajoittamalla pakokaasun poisvirtausta pakokanavasta, jolloin moottorin pyörintää hidastetaan. Toinen tyypillinen hidastintyyppi on vaihdelaatikon yhteyteen rakennettu öljyn leikkautumiseen perustuva jarru, joka hidastaa voiman ulostuloakselia vaihdelaatikossa. Tänä päivänä yleistynyt hidastintyyppi on voimakkaaseen sähkömagneettiin perustuva hidastin, joka sijoitetaan kardaniakseliin.

Riippumatta hidastintyyppistä niiden käyttö pienentää merkittävästi jarruihin kohdistuvaa rasitusta. Kuten jo edellä mainittiin, on niiden käyttö kuitenkin mielletty usein epämiellyttäväksi, koska hidastimen antama jarrutus palaute ei ole yhtä luonnollinen kuin jarruilta saatu. Tästä syystä usein hidastinjärjestelmä suljetaan ja jarrutustyö jää yksin jarrujen varaan. Tämä rasittaa jarruja ja kuluttaa jarrujen kitkapintoja huomattavan paljon enemmän kuin käytettäessä oikeaoppisesti hidastinta. Kuljettajakoulutuksessa olisikin tärkeää painottaa hidastimen merkitystä jarrutuksessa ja siitä syntyviä säästöjä. Parempi ymmärrys järjestelmän toiminnasta ja merkityksestä ja siitä saatavista hyödyistä ohjaisikin todennäköisesti käyttämään hidastimia entistä enemmän ja monipuolisemmin.

## 6 Koulutusmateriaali

Uudenmaan Ajo-opiston käyttöön soveltuvan koulutusmateriaalin suunnittelun lähtökohtana oli sen muokattavuuden ja kehittämisen joustavuus. Lisäksi alkuperäinen suunnitelma oli tehdä siitä myös kaupallisesti myytävissä oleva, mutta tällöin lähdemateriaalin hankinta ja käyttö vaikeutuisi merkittävästi. Lähdemateriaali olisi tällöin saatava kaupallisilta korjaamoilta, jotka eivät luovuta tietoa mielellään edes Nurmijärven Linjan korjaamon tarpeisiin korjaustoimenpiteitä varten, saati sitten toisen yrityksen myytäväksi. Lähdemateriaalin saatavuuden kannalta olikin helpompaa luopua kaupallisista tavoitteista ja käyttää vapaasti saatavilla olevaa tietoa internetistä, oppikirjoista ja muista lähteistä.

Materiaali oli myös oltava helposti räätälöitävissä jokaisen kurssin tarpeiden mukaan. Oppituntijaon ja sisällön valitsemisen kannalta olikin helpoin ja yksinkertaisin toteuttaa materiaali jokaisesta aihealueesta erikseen omaksi PowerPoint-esitykseksensä (kuva 13). Tällöin on helpompaa valita aihealue aina tarpeen mukaan. Lisäksi näin on myös yksinkertaisempaa täydentää ja kehittää materiaalipankkia myöhemmässä vaiheessa. Oppituntien määrää ja painotusta kuitenkin ohjaavat myös osaltaan TraFin vaatimukset sekä hyväksytyjen opintosuunnitelmien tuntijaot.



Kuva 13. Jaotellut PowerPoint-esitykset.

Materiaalia suunniteltaessa pyrittiin hyödyntämään tehtyä tutkimustyötä kyselyn, arviointien ja Nurmijärven Linjan korjaamon antaman palautteen perusteella.

## 6.1 Aihealueet

Aihealueiden jaottelun perusteena oli jakaa linja-auton rakenteelliset osat jokainen omaksi alueekseen. Tällöin selvästi toisistaan erillä olevat aiheet ovat helpompi kouluttaa. Lisäksi hyväksytyissä opintosuunnitelmissa Trafin järjestelmissä jaottelu on myös samankaltainen. Opetusta suunniteltaessa on kuitenkin mahdollista yhdistää selvästi samaan kategoriaan kuuluvat aiheet, kuten vaihteistot ja hidastimet sekä vetopyörästä.

Työn tilauksen mukaisesti materiaalin hankinta koski vain teknisiä asioita, jotka liittyvät raskaan kaluston tekniikkaan, joten ei ole tarvetta tuottaa tietoa siihen kuulumattomista asioista, kuten työaikalaista tai piirturin käytöstä sekä taloudellisesta ajotavasta.

Tässä vaiheessa koulutusmateriaalin laajuus asetettiin alustavasti kattamaan 21 opintotunnin tarpeet. Kuten jo aiemmin on mainittu, materiaalin laajuutta on tarkoitus myöhemmin kasvattaa kattamaan myös pidemmän koulutuksen vaatimukset. Merkittävää opintoja suunniteltaessa on myös se, että tänä päivänä yhä harvempi kuljettajaksi pyrkivä on enää vanhan koulukunnan automies eli kykenevä itse korjaamaan tai huoltoimaan tai edes diagnosoimaan ajoneuvon vikoja. Tästä syystä materiaalin on käytännöllisempää käsitellä aiheita pintapuolisesti sen enempää aiheeseen syventymättä.

### 6.1.1 Moottori

Moottori aihealueena on yksi tärkeimpiä ajoneuvon kokonaisuuksia. Ajoneuvon voimanlähteenä ja liikuttavana voimana moottorin on oltava lähes poikkeuksetta kunnossa ja hyvin huollettu. Kuljettajien on hyvä ymmärtää moottorin perusrakenne sekä erilaisten ympäristöolosuhteiden, kuten lämpötilan vaikutus ajoneuvon moottoriin. Tarkoituksenmukaista olisi, että kuljettaja pystyisi ymmärtämään moottorin käyttöä ja toimintaa ajon kannalta, kuten vääntömomentin hyödyntämistä, mutta myös tuntisi varsinkin moottorin ulkopuoliset komponentit näöltä, jotta hänellä olisi edellytykset informoida korjaamo mahdollisista vikaantumisista.

Opintomateriaaliin sisällytettiin koulutettavaksi moottorin komponentit, rakenne, toimintaperiaate ja yleisimpien vikojen oireet ja niiden syyt sekä apulaitteet, jotka eivät kuulu muihin luokkiin, kuten ilmastoinnin kompressori. Lisäksi opetetaan, mitä asioita moottorista on tarkastettava ennen ajoon lähtöä, kuten moottoriöljyn ja jäähdytysnesteen taso.

Koulutusmateriaalin aluksi opintomateriaalissa käsitellään dieselmoottorin historiaa ja perustoimintamallia, kuten millä tavoin sytytys dieselmoottorissa tapahtuu ja kuinka moottori oikeaoppisesti käynnistetään ja sammutetaan. Tämän jälkeen materiaali antaa perustiedot moottorin komponenteista, kuten männistä, kiertokangista ja kannen ja venttiilien rakenteesta. Materiaali ei syvenny sen enempää moottorin kinematiikkaan tai liike-energioihin, sillä näiden asioiden kouluttaminen ei ole mielekäästä linja-auton kuljettajaksi pyrkiville. Tämän jälkeen koulutusmateriaaliin sisällytettiin perusasiat turboahtimen rakenteesta ja toimintamallista sekä välijäähdyttimien merkityksestä, sillä sen ymmärtäminen on kuljettajana toimiessa tärkeää.

Oleellinen osa kuljettajana toimimista on ymmärtää moottorin polttoainejärjestelmän toimintaperiaate, sillä sen vikaantuminen on moottorin toiminnan kannalta riski ja tavallisesti estää moottorin käyttämisen. Tästä syystä koulutusmateriaali antaa perustiedot polttoainejärjestelmän komponenteista ja osista sekä mahdollisista vioista ja syistä. Materiaaliin sisällytettiin perustiedot rivi- ja jakajapumpuista sekä suuttimista ja commonrail-järjestelmästä. Lisäksi kerrotaan polttoainesuodattimen merkityksestä. Koulutusmateriaalin lopuksi ohjeistetaan muutama tarkastuskohta ennen ajoon lähtöä, kuten moottoriöljyn ja jäähdytysnesteen tarkastus.

### 6.1.2 Paineilmajärjestelmät

Paineilmajärjestelmät ovat linja-auton toiminnan kannalta yhtä tärkeitä kuin moottori tai voimansiirtokin. Ajoturvallisuuden kannalta paineilmajärjestelmän merkitys on kuitenkin ehdoton, sillä linja-auton jarrut tarvitsevat poikkeuksetta toimiakseen paineilmaa. Ajoneuvon suunnittelussa on kuitenkin jo pyritty varmistamaan, että ajoneuvo ei ole liikuntakykyinen ilman paineilmaa, sillä tällöin seisontajarru on koko ajan kytkettynä.

Lisäksi linja-auton jousitus ja ovijärjestelmät käyttävät paineilmaa käyttövoimanaan samoin kuin muutamat linja-auton korin laitteet, kuten kuljettajan istuin, ja kattokanavien läpät. Paineilmajärjestelmän perustoiminnan ja siihen kuuluvien komponenttien tun-

teminen on kuljettajana työskentelemisen perusedellytys, joten näiden koulutus on välttämätöntä.

Koulutusmateriaalin valittiin mukaan paineilmajärjestelmän perustoimintaperiaate sekä siihen kuuluvat komponentit alustassa, jarruissa sekä ovissa, ja niiden toiminta selitetään yksinkertaisesti. Lisätietoina mainitaan muita komponentteja, joissa paineilmaa käytetään, mutta niihin ei ole mielekästä syventyä sen enempää.

Aluksi materiaali antaa perustiedot paineilmajärjestelmästä ja havainnollistaa ja selittää järjestelmän toimintaa. Tämän jälkeen materiaalissa käydään yksityiskohtaisesti läpi jokaisen komponentin merkitys ja toiminta paineilmajärjestelmässä. Materiaalin alussa keskitytään jarrujärjestelmän toimintaan ja rakenteeseen, sillä sen merkitys ajoneuvoa kuljettaessa on suuri.

Jarrukomponenteista läpi käydään poljinventtiilien, releventtiilien, etu- ja takajarrusylinterien toiminta sekä seisontajarrun toiminta. Lisäksi esitellään nelipiiriventtiilin perusperiaate ja toiminta. Materiaalin sisällytettiin myös pienimuotoisesti ABS- ja EBS-järjestelmän perusajatus sen syvällisemmin esittelemättä säätötekniikkaa.

Paineilmajousitus oli tarkoitus käydä läpi alustan koulutusmateriaalissa, mutta oli mielekkäämpää sijoittaa se samaa kategoriaan muiden paineilmalaitteiden kanssa. Jousituksesta käydään läpi kevyesti komponentit, kuten ilmatyynyt ja tasoventtiilit sekä kerrotaan pintapuolisesti alustan ohjauksesta sekä sovelluksista.

Materiaalin loppuun kerrotaan muista sovelluksista, joissa hyödynnetään paineilmaa, ja selitetään paineilmajärjestelmän kuivaimen toiminta ja sen huollon merkitys.

### 6.1.3 Vaihdelaatikot

Kuljettajan työssä yksi eniten käytetty ja hallintaa vaativa laitteisto on linja-auton vaihdelaatikko. Ajoneuvon taloudellisen ja oikeaoppisen ajamisen kannalta vaihdelaatikon perusperiaatteen ja vaihteiden toiminnan ja toimintaperiaatteen ymmärtäminen on välttämätöntä. Lisäksi manuaalivaihteiston käytön kannalta on välttämätöntä ja säästöjen saamiseksi on ymmärrettävä kytkimen toiminta ja käyttäminen. Tällöin vältetään kuvan 14 kaltainen kytkimen ennenaikainen kuluminen.





Kuva 14. Palanut kytkinlevy

Koulutuksen kohteena niin automaatti- kuin manuaalivaihdelaatikoista ovat vaihdelaatikkojen komponentit ja toimintaperiaate sekä kytkimen toiminta ja komponentit. Lisäksi annetaan koulutusta muutamista vaihteiston käyttöön vaikuttavista apulaitteista, kuten pää- ja työsynterinin toiminnasta kytkimessä sekä vaihdevalitsimien toiminnasta. Lisäksi kerrotaan pääpiirteittäin eri vaihteistojen eroista ja vaihteistojen tyypillisimmistä vioista ja oireista.

Koulutusmateriaali alkaa vaihteiston perusteilla, minkä jälkeen materiaali antaa perustiedot kytkimen toiminnasta, sen nesteiden tarkastuksesta sekä kytkinnesteiden ominaisuuksista. Tämän jälkeen materiaalissa on selitetty pintapuolisesti paineasetelman toiminta ja merkitys sekä tyypillisiä kytkimen vikaantumisen ja kulumisen syitä. Lisäksi annetaan yleistiedot momentinmuuntimen rakenteesta ja toiminnasta.

Tämän jälkeen materiaali antaa perustiedot manuaalivaihteiston rakenteesta ja toiminnasta sekä vaihteiden kytkemisen ohjaamisesta sekä siitä, millä tavoin vaihteisto kytkee vaihteen päälle. Lisäksi kerrotaan perustiedot automaattilaatikon toiminnasta ja ohjauksesta. Automaattilaatikon toiminnan ymmärrys vaatisi syvempää paneutumista, joten sen tarkempi opettaminen ei ole tarpeen, sillä hyöty jää pieneksi.

#### 6.1.4 Hidastimet

Kuten jo aiemmin tässä insinööriyössä mainittu, on hidastimien käyttö toivottua haluttaessa luoda säästöjä korjauskuluissa. Hidastimen käyttämättömyys johtaa kohonneeseen jarrujen kulumaan ja pienentää jarrutustehoa paniikkijarrutuksessa ja on siis ajoturvallisuudenkin kannalta tarpeellinen järjestelmä. Kuljettajaksi pyrkivien onkin siis tarpeen ymmärtää hidastimen perustoiminta sekä tarkoitus. Lisäksi materiaaliin sisällytettiin eri hidastintyyppien perusrakenteet ja eroavaisuudet. Hidastintyypeistä koulutettavaksi valikoituivat linja-autoissa käytetyt magneettiseen pyörrevirtaan perustuva Telma, vaihdelaatikon ulostuloakselin yhteydessä oleva öljyn leikkautumiseen perustuva hidastin, sekä jo rakenteena harvinaisempi pakokaasujarru.

Materiaali antaa perustiedot yleisimmistä hidastintyypeistä, jotka ovat pyörrevirtahidastin, pakokaasujarru, voimansiirron turbiinijarru, minkä lisäksi siinä mainitaan linja-auto käytössä harvinainen jäähdytysjärjestelmän turbiinijarru.

Materiaalin aluksi annetaan perustiedot hidastimien merkityksestä sekä eduista ja haitoista. Tämän jälkeen materiaali käy läpi pyörrevirtahidastimen rakenteen ja toiminnan sekä pintapuolisesti ohjauksen. Tämän jälkeen materiaalissa on annettu perustiedot pakokaasujarrun toimintamallista ja rakenteesta sekä sen käytöstä. Pakokaasujarrusta tehty Volvon oman sovelluksen VEB-jarrun rakenne on myös ohimennen kerrottu.

Materiaalissa kerrotaan tämän jälkeen voimansiirron turbiinijarrun perustoimintamalli ja rakenne sekä käyttö ja esitellään jäähdytysjärjestelmän turbiinijarrun peruseräite. Jäähdytysjärjestelmän turbiinijarru tullaan todennäköisesti näkemään tulevaisuudessa myös linja-autopuolella, sillä sen edut ja hyödyt ovat suuria ja rakenne toimiva, mutta toistaiseksi sitä ei käytetä.

#### 6.1.5 Vetoakselisto

Vetoakselisto aihealueena on itsessään varsin suppea linja-autokäytössä, joten sen yhdistäminen toiseen aihealueeseen onkin mielekästä. Vetoakselisto käsittää linja-autossa oikeastaan vain kardaanin ja tasauspyörästön, joka on yksinkertainen vain pienestä vetopyörästä, tasauspyörästä ja latauspyörästä sekä vetoakselista koostuva kokonaisuus ilman lukkoja tai napavälityksiä. Vetoakseliston materiaali luotiin kuitenkin omaksi kokonaisuudekseen, jotta sitä pystytään täydentämään tulevaisuudessa, jos

linja-autoihin yleistyvät napavälitykset tai tulee muita uusia konstruktioita. Materiaalin opetus kannattaa kuitenkin yhdistää loogiseksi jatkumoksi alustan yhteyteen.

#### 6.1.6 Linja-auton tilantarve ja fyysiset ominaisuudet

Ajoneuvon mittasuhteiden ja massan tunteminen on kuljettajana työskentelemisessä perusvaatimus, joten näitä asioita on tarpeen kouluttaa. Kuvan 15 kaltaisia vahinkoja sattuu paljon kokeneillekin kuljettajille. Materiaaliin sisällytettiin perustietoja linja-auton massoista ja muista fyysisistä mitoista sekä esimerkiksi nopeuden vaikutus jarrutusmatkaan. Lisäksi käsitellään periaate kelin vaikutuksesta jarrutusmatkaan ja renkaan pitoon. Lisäksi kuljettajille koulutetaan ympäristön havainnointia ahtaissa tiloissa, esimerkiksi peruuttaessa.



Kuva 15. Arviointivirheestä johtuva tapaturma.

Materiaalia suunniteltaessa haasteena oli, että suurin osa asioista kuuluu oikeastaan ajokoulutukseen ja olisi hyvä kouluttaa sitä kautta.

Materiaalin aluksi annetaan muutamia linja-auton keskimääräisiä perusmittoja ja painoja. Ne ovat kuitenkin vain oletuksia, sillä jokainen auto on eripituinen ja -painoinen valmistajan ja mallin mukaan. Tämän jälkeen havainnollistetaan liikenneonnettomuuksien määrää ja jakaumaa Korsisaari-yhtiöiltä saaduilla onnettomuustiedoilla.

Näiden tietojen tarkoituksena on saada oppilaat ajattelemaan, miten he pystyvät itse vaikuttamaan näihin määriin, ja näin välttämään peltikolareita ja vahinkoja. Tämän jälkeen materiaali havainnollistaa linja-auton tilantarvetta kääntyessä ja antaa ohjeita peruuttamista varten, kuten miten voitaisiin välttää kiinteää kohdetta päin peruuttaminen. Lisäksi materiaali pyrkii saamaan oppilaat ajattelemaan kelin vaikutusta jarrutusmatkaan ja renkaiden pitoon.

#### 6.1.7 Taloudellinen ajaminen

Taloudellisen ajamisen teoria on enemmän sidoksissa kuljettajien ajotapakoulutukseen, joten siitä koulutettava asia käsittää lähinnä moottorin oikeaoppisen käytön moottorin tehon ja vääntömomentin suhteen sekä vaihteiden oikeaoppisen käytön. Nämä asiat tulevat kuitenkin ilmi jo materiaalin aiemmassa vaiheessa, joten niitä ainoastaan sivutaan. Taloudelliseen ajamisen materiaaliin sisällytettiin olennaisena osana kuuluva polttoaineen turha kuluttaminen joutokäynnillä, lisälämmittimellä sekä ilmastointilaitteen väärinkäytöllä. Lisäksi materiaalissa käsitellään moottorijarrutuksen ja hidastimen käytön luomia etuja taloudellisesti ajoneuvon polttoaine- ja korjauskuluissa.

Tämä osa-alue kuuluu oikeastaan myös ajotapakoulutukseen kuten edellinenkin osa-alue. Materiaaliin sisällytettiin siis suppeasti muutamia asioita, jotka vaikuttavat polttoaineenkulutukseen ja havainnollistettiin hiukan polttoainemääriä.

Materiaalin aluksi kerrotaan perustiedot lisälämmittimien ja ilmastointilaitteen kuluttamasta polttoaineesta ja sen määrästä. Liikennöitsijällä on runsaasti autoja, joten kaluston kuluttama polttoainemääräkin on suuri. Tämän jälkeen materiaali havainnollistaa, miten omalla ajotavalla pystytään luomaan säästöjä ja mainitaan hidastimen käyttämättömyyden haitoista. Tämän osion opetus on pitkälti liikenneopettajan toimialaa, ja hänen on puututtava ajotuntien aikana näihin asioihin.

#### 6.1.8 Poltto- ja voiteluaineet

Poltto- ja voiteluaineiden merkitys kuljettajan ammattitaidossa on ajoneuvotekniikan johdosta suuri. Kuljettajien on hyvä ymmärtää Voiteluaineiden ominaisuuksia ja fyysikaalisia vaikutuksia niihin, kuten kylmyyden aiheuttama öljyn jäykistyminen. Lisäksi kuljettajien on tarpeellista ymmärtää voiteluaineiden merkitykset moottorin kestävyys-

ja huollon kannalta. Polttoaineen ominaisuuksista kuljettajien on hyvä ymmärtää perusasiat, mutta tavallisesti heidän ei tarvitse pohtia esimerkiksi talvi- ja kesälaadun dieselin eroja, mutta on hyvä ymmärtää periaate.

Materiaaliin sisällytettiin perusasiat eri öljyistä ja niiden merkinnöistä. Lisäksi kerrotaan dieselöljyn ominaisuuksista ja ympäristön vaikutuksista siihen.

Poltto- ja voiteluaineista kouluttaessa annetaan aluksi perustiedot ylipäättään siitä, mitä on dieselöljy, ja sen ominaisuuksista. Dieselin ominaisuuksista kerrotaan myös same- ja suodatettavuuspisteen vaikutus polttoaineen ominaisuuksiin ja käyttöön. Lisäksi annetaan pintapuolisesti tiedot setaaniluvun merkityksestä.

Tämän jälkeen materiaalissa käydään läpi moottoriöljyn perusrakenne sekä ominaisuudet sekä sen toiminta moottorissa. Lisäksi kerrotaan öljyn ikääntymisestä ja riittävän huollon vaikutuksesta ja syistä. Lisäksi annetaan perustiedot öljyjen luokittelusta.

Lisäksi oppimateriaali antaa perustiedot ATF-öljyistä sekä hypoidi- ja manuaalivaihteisten öljyistä ja vaseliinista.

#### 6.1.9 Renkaat ja alusta

Renkaiden kunnon seuranta kuuluu kiinteästi osaksi kuljettajan työtä, joten koulutusmateriaaliin sisällytettiin myös renkaiden rakenne ja lainsäädäntö kulutuspinoista. Lisäksi kuljettajan on hyvä ymmärtää pääpiirteittäin, mitä renkaan kyljessä olevat merkinnät kertovat renkaan koosta ja profiilista, joten myös merkintöjen selitys on aiheellista opettaa kuljettajille. Renkaan kestävyys kannalta oleellinen renkaan valmistuspäivämäärä ja ikä on monille jo ammatissa oleville kuljettajillekin hankalasti tulkittava, joten merkintää on syytä selittää kuljettajakoulutuksessa.

Alustalla tässä aihealueessa tarkoitettiin komponentteja, jotka eivät kuulu paineilmajärjestelmän piiriin. Alustarakenteista materiaaliin sisällytettiin linja-autoissa tyypillisesti käytettävät olka-akselit, erilaiset nivelet tukivarsissa ja ohjauksessa, iskunvaimennus ja kallistuksen vakaajat sekä linja-auton alustarakenne pääpiirteittäin. Komponenttien rakenne on pääosin yksinkertainen lukuun ottamatta iskunvaimentimia, mutta eri osien tunteminen näöltä ja niiden vikaantumisen vaikutus ajamiseen on tarpeellista opettaa

kuljettajille. Lisäksi aihealueeseen sisällytettiin ohjaustehostin, sillä se on kiinteä osa ohjauksen toimintaa.

Materiaali alkaa kertomalla renkaiden merkinnöistä ja tyypeistä. Siinä annetaan perustiedot eri pintakuviosta ja niiden kierrätettävyydestä sekä renkaiden kestävydestä ja käytettävyydestä. Tämän jälkeen materiaali antaa ohjeita silmämääräisellä arvioinnille renkaiden kunnosta ja syistä renkaiden erilaisille kulumille. Lisäksi annetaan perustiedot levypyörävanteista.

Tämän jälkeen koulutus siirtyy alustarakenteisiin ja aloittaa käsittelemällä linja-autoissa käytetyt Simplex-rumpujarrut, niiden toiminnan ja komponenttien toiminnan. Lisäksi kerrotaan muutamia rumpujarrujen haittoja ja huonoja puolia. Tämän jälkeen esitellään levyjarrujen rakenne ja komponentit, mutta jarrusatulan sisältöä ei esitellä. Levyjarrujen kiistaton hyöty ja hyvät puolet tuodaan materiaalissa esille. Lisäksi kerrotaan ohimennen ABS- ja EBS-järjestelmistä.

Tämän jälkeen materiaali siirtyy kertomaan iskunvaimennuksesta ja sen merkityksestä, mikä lisäksi avataan iskunvaimentimen rakenteen periaate. Iskunvaimentimia on paljon erilaisia, mutta tähän on valittu rakenteeltaan tavallinen ja yleinen, sillä tämän kaltaiset ovat käytössä linja-autoissa.

Materiaali tarjoaa tämän jälkeen perustiedot etu- ja taka-akselin rakenteista ja esittelee muutamia yleisimpiä vikaantuvia kohteita niissä. Akselistosta ei ole mielekästä alkaa opettaa pyöräntulmien säätöä tai muuta alusta geometriaa, sillä niiden virheistä on annettu tiedot ja aiemmin pyörin kohdalla.

Tästä materiaali siirtyy kertomaan vetopyörästä sekä tasauspyörästä, kuten sen rakenteesta ja merkityksestä. Lopuksi materiaali kertoo yksinkertaisesti ohjauksesta ja ohjaustehostimen toiminnasta ja komponenteista sekä antaa ohjeet öljyjen tarkastuksesta.

#### 6.1.10 Ilmastointi- ja lämmitysjärjestelmät

Ilmastointi- ja lämmitysjärjestelmistä kuljettajien on hyvä ymmärtää perustoiminta ja edellytykset laitteiden toiminnalle. Monesti on havaittu, että laitteita käytetään väärin ja epätaloudellisesti. Lisäksi väärinkäytöllä on taloudellisia vaikutuksia, joten laitteiden

oikeaoppinen käyttö luo myös säästöjä polttoainekuluissa. Lisäksi laitteiden väärinkäyttö tekee ajoneuvoon sisälle epämiellyttävän lämpötilan, joko liian kylmän tai kuuman, mikä johtaa herkästi asiakasreklamaatioihin ja luo näin negatiivista julkisuutta.

Koulutusmateriaaliin sisällytettiin peruskomponentit polttoaineella toimivista lisälämmittimistä, ilmastointilaitteista sekä käyttöpaneeleista. Lisäksi annetaan perustiedot siitä, mitä laitteet toimiakseen vaativat, kuten esimerkiksi ympäristön vaikutus ilmastointilaitteeseen. Lisäksi kerrotaan lisälämmittimen hyödyistä kylmissä olosuhteissa ajoneuvoa käynnistäessä ja käyttäessä.

Materiaali alkaa kertomalla aluksi ilmastointilaitteen rakenteesta ja toiminnasta ja käy yksityiskohtaisesti läpi ilmastointilaitteen toiminnan. Lisäksi annetaan tiedot tavallisista vioista, joita järjestelmään syntyy. Lisäksi opastetaan hiukan järjestelmän toimintaa ja havainnollistetaan, miten järjestelmää käytetään väärin. Tämän jälkeen materiaali käy läpi moottorin jäähdytysnestekierron komponentit ja niiden tehtävät sekä lämmitysjärjestelmän komponentit. Lisäksi materiaalissa kerrotaan, millaisia vikoja tavallisesti järjestelmään syntyy sekä annetaan ohjeet oikeaan toimintaan moottorin ylikuumetessa.

Tämän jälkeen materiaalissa käydään läpi Webaston oikeaoppinen käyttö sekä komponentit ja perustoimintaperiaate. Webasto valikoitui lisälämmittimeksi, sillä se on laajalti käytössä linja-autoissa.

#### 6.1.11 Sähkölaitteet

Sähkölaitteiden osuus tämän päivän ajoneuvoista on merkittävä, eivätkä linja-autot tee tässä asiassa poikkeusta. Kuljettajana työskentelevät joutuvat työssään käyttämään jatkuvasti ajoneuvon sähkölaitteita, ja niiden ymmärrys ja hallinta on siten tärkeää. Pelkästään ajoneuvon käynnistäminen vaatii useamman sähkölaitteen käyttöä, kuten päävirtakytkimen, alkolukon sekä käynnistysmoottorin.

Kuljettajille annetaan materiaalissa perustiedot sähköjärjestelmän komponenteista, kuten vaihtovirtalatureista, käynnistysmoottoreista ja alkolukoista, sekä havainnollistetaan sähköjärjestelmän toimintaa. Lisäksi annetaan perustiedot mahdollisista vikatilanteista ja häiriöistä sekä opetetaan sähköpääkeskuksen rakenne sekä sulakkeiden rakenne ja tarkastaminen. Lisäksi kuljettajien on kyettävä antamaan tarvittaessa apuvir-

taa ajoneuvoon joko toisesta ajoneuvosta tai siihen tarkoitettulla laitteella turvallisesti, joten näiden asioiden hallitseminen on tärkeätä.

Sähköjärjestelmät koulutusosalana on niin laaja ajoneuvotekniikassa, että sen syvempi kouluttaminen vaatisi oman kurssinsa järjestämisen. Materiaali pyrkii antamaan kevyet perustiedot linja-auton sähköjärjestelmästä ja toiminnasta sekä antaa ohjeet akuista ja apuvirran antamisesta. Materiaali käsittelee aluksi akkuja ja niiden rakennetta sekä kytkentää linja-autossa. Tämän jälkeen annetaan perustiedot apuvirran antamisesta ja kerrotaan mahdollisista riskeistä. Tämän jälkeen annetaan perustiedot linja-auton sähkökeskuksesta, sen sijainnista, sulakkeista ja releistä.

Tämän jälkeen käsitellään pintapuolisesti CAN-väylän rakennetta ja toimintaa, mutta siihen syventyminen ei ole mielekästä kuljettajakoulutuksessa. Tämän jälkeen siirrytään vaihtovirtalaturin perusrakenteeseen, toimintaan ja mahdollisiin vikoihin ja niiden syihin. Lisäksi selitetään käynnistinmoottorin rakenne ja toiminta sekä kuinka käynnistys tapahtuu käytännössä. Lisäksi kerrotaan mahdollisia vikoja, jotka estävät käynnistysmoottorin toiminnan.

Lisäksi annetaan kevyet perustiedot valaisulaitteista ja ohjainlaitteista. Näihin osaluokituksiin, varsinkin ohjainlaitteisiin, voisi syventyä enemmän, mutta niiden kouluttaminen kuljettajille on hukkaan heitettyä aikaa.

#### 6.1.12 Ympäristötekijät ja päästöt

Päästöihin ja ympäristötekijöihin kiinnitetään nykyään huomattavan paljon huomiota. Euro-luokitusten myötä ajoneuvoista on tullut vähäpäästöisempiä sekä puhtaampia. Direktiivien 2005/55/EC ja 2005/78/EC [7] mukaisesti myös raskaan kaluston päästöjä rajoitetaan runsaasti Euroopan unionin toimesta.

Kuljettajien on hyvä tietää perustiedot pakokaasujen sisältämisestä päästöistä, kuten typenoksideista ja hiukkasista, sekä niiden vaikutuksista ja puhdistamisesta. Siitä syystä materiaaliin sisällytettiin perustiedot eri puhdistuslaitteiden kuten ammoniakkikatalysaattorin toiminnasta ja rakenteesta. Lisäksi annetaan perustiedot Euro-luokituksista ja sen vaatimuksista.



Ympäristötekijöiden ja päästöjen materiaaliin sisällytettiin pakokaasun eri päästöjen ohella muut ympäristölle haitalliset saasteet, kuten meluhaitat ja nestevuodot.

Materiaali alkaa kertomalla eri päästöistä, joita muodostuu raskaan kaluston liikkua kaduilla, sekä niiden vaikutuksista. Tämän jälkeen annetaan perustiedot Euro 5- ja Euro 6 -luokista sekä keinoista, joilla pakokaasupäästöjä rajoitetaan. Materiaali selventää urealla toimivan SRC-katalysaattorin sekä CRT-hiukkasloukun toimintaa ja regenerointia sekä EGR-järjestelmän toimintaa. Tämän jälkeen materiaalissa käsitellään muita päästöjä, joita syntyy, kuten liikennemelu ja nestevuodot, joita ajoneuvoissa esiintyy.

## **7 Jatkosuunnitelma materiaalin käytölle**

Insinööriyön tavoitteiden mukaisesti koulutusmateriaalin runko ja suppeampi muoto saavutettiin. Tulevaisuudessa materiaalia on tarkoitus täydentää ja päivittää tarpeiden mukaan laajempaa koulutusta varten. Koulutusohjelmissa on eroja ja kurssin muoto saattaa muuttua paljonkin sen mukaan mitä ohjelmaa käytetään. [8] Materiaalia tullaan käyttämään Uudenmaan Ajo-opiston koulutuksissa, ja toiveissa on, että koulutus toisi myös hyötyjä Nurmijärven Linjalle entistä pätevämpinä ja valmiimpina kuljettajina ja näin vähennettäisiin ainakin peltivaurioita ja ajoneuvojen kulumisia väärinkäytön vuoksi.

## **8 Yhteenveto**

Insinööriyön tavoitteena oli kartoittaa yhteistyössä Nurmijärven Linjan ja Uudenmaan Ajo-opiston kanssa kuljettajakoulutuksen tarpeita ja vaatimuksia ja tämän kartoituksen pohjalta rakentaa Uudenmaan Ajo-opistolle toimiva ja helppokäyttöinen sekä helposti muokattava koulutusmateriaali.

Työn aluksi suoritettiin selvityksiä Nurmijärven Linjalla. Kuljettajilla teetettiin kysely heidän omista kokemuksistaan sekä näkökulmistaan. Lisäksi tarkasteltiin jo tapahtuneita tieliikennevahinkoja sekä vuoden 2014 polttoaineenkulutusta Nurmijärven Linjan omasta seurannasta. Lisäksi materiaalin tarpeisiin haettiin näkökulmaa Nurmijärven Linjan korjaamolta haastatteleamalla asentajia sekä omakohtaisen kokemuksen kautta.

Materiaalia lähdettiin työstämään näiden tietojen pohjalta sekä Uudenmaan Ajo-opiston toiveiden mukaan. Alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen materiaalin kaupallisista pyrkimyksistä kuitenkin luovuttiin. Materiaalista saavutettiin suppeampi muoto ja sen täydentämistä jatketaan edelleen, jotta saavutetaan laajemman koulutuksen edellyttämät tiedot.

Työn tilaaja sekä tekijä ovat tyytyväisiä saavutettuihin tuloksiin, ja yhteistyö jatkuu tulevaisuudessakin. Haluan kiittää kaikkia työhön osallistuneita ja avusta ja neuvoista sekä yhteistyöstä, sillä ilman sitä tämän työn tekeminen olisi ollut mahdotonta.

## **9 Loppupäätelmät**

Materiaalin laajuus ja laatu saavutti pääpiirteittäin asetetut tavoitteet, mutta tiettyjen osa-alueiden syventäminen on tulevaisuudessa mahdollista. Lähtötietojen, kuten kyseilyn tekeminen ja onnettomuustietojen hankinta, osoittautui hankalaksi erinäisistä syistä.

Koulutusmateriaalista pyrittiin saamaan helposti koulutettavaa ja helposti omaksuttavaa, joten sen sisältö on hyvin pintapuolinen ajoneuvotekniikan alalla. Tietyistä aiheista kuten sähkötekniikasta jää paljon opettamatta, mutta materiaaliin oli pakko tehdä rajoituksia. Koulutuskohteena on kuitenkin kuljettajakoulutuksessa olevat, joten heille opettavat asiat eivät voi liikaa syventyä tekniikkaan, sillä jos heidän kiinnostuksenkohteensa olisivat tekniikan saralla, olisivat he hakeutuneet erilaiseen koulutukseen.

Materiaalia ei ole päästy koekäyttämään vielä autenttisissa olosuhteissa, ja sen toimivuus ja palaute on vielä tässä vaiheessa arvoitus. Koulutusmateriaali on luovutettu Uudenmaan Ajo-opiston käyttöön, ja sen jatkokehitys ja käyttö on sen vastuulla. Materiaalin muokkaus ja räätälöiminen tehtiin tulevaisuudessa helpoksi tekniikan kehittyessä ja haluttaja tarkennuksia tehtäessä.

## Lähteet

- 1 Laki kuorma- ja linja-autonkuljettajien ammattipätevyydestä 273/16.3.2007
- 2 Hyväksytty koulutusohjelma. 2012. Verkkodokumentti. Ajotaito Oy.  
<[http://www.trafi.fi/filebank/a/1352886484/da2aeef1de1cfc4d4b32c03868439535/10744-Autokoulu\\_Ajotaidon\\_perustason\\_ammattipatevyyskoulutus\\_140\\_ja\\_35\\_h\\_henkilo\\_ja\\_tavaraliikenne.pdf](http://www.trafi.fi/filebank/a/1352886484/da2aeef1de1cfc4d4b32c03868439535/10744-Autokoulu_Ajotaidon_perustason_ammattipatevyyskoulutus_140_ja_35_h_henkilo_ja_tavaraliikenne.pdf)>. Päivitetty 14.11.2012. Luettu 14.4.2014
- 3 Hyväksytty koulutusohjelma. 2013. Verkkodokumentti. JAKK koulutus OY.  
<[http://www.trafi.fi/filebank/a/1379318598/6848d9f5832e268989589ae39be6b43c/13182-TRAFI-16415-05\\_03\\_07-2013\\_Henkiloliikenteen\\_perustasonammattipatevyyskoulutus\\_280\\_ja\\_140\\_tuntia\\_ja\\_perustason\\_ammattipatevyyden\\_laajennus\\_70\\_ja\\_35\\_tuntia.pdf](http://www.trafi.fi/filebank/a/1379318598/6848d9f5832e268989589ae39be6b43c/13182-TRAFI-16415-05_03_07-2013_Henkiloliikenteen_perustasonammattipatevyyskoulutus_280_ja_140_tuntia_ja_perustason_ammattipatevyyden_laajennus_70_ja_35_tuntia.pdf)>. Päivitetty 5.9.2013. Luettu 14.4.2014.
- 4 Vahinkoilmoitukset. Nurmijärven Linja OY 2007–2010. Vakuutusyhtiöiden vahinkoilmoitukset.
- 5 Heino, Jani. 2014. Kuljettajakyselyn tulokset. Uudenmaan Ajo-opisto.
- 6 Jalkanen, Mikko. 2015. Toimitusjohtaja, Korsisaari Ambulanssipalvelut, Nurmijärvi. Nurmijärven Linjan oma polttoaineenkulutusseuranta Shellin järjestelmästä.
- 7 Emissions from transport. 2015. Verkkodokumentti. European Commission.<<http://ec.europa.eu/environment/air/transport/road.htm>>. Updated 22.4.2015. Luettu 18.5.2014
- 8 Hyväksytty koulutusohjelma. 2011. Verkkodokumentti. Juhoka OY.  
<[http://www.trafi.fi/filebank/a/1351844846/81d1c2e6ceca50a3bb86d043eda89aaf/10580-Juho-Oy\\_Drivia\\_perustason\\_ammattipatevyyskoulutuksen\\_opetussuunnitelma\\_11\\_11\\_2011.pdf](http://www.trafi.fi/filebank/a/1351844846/81d1c2e6ceca50a3bb86d043eda89aaf/10580-Juho-Oy_Drivia_perustason_ammattipatevyyskoulutuksen_opetussuunnitelma_11_11_2011.pdf)>. Päivitetty 11.11.2011. Luettu 14.4.2014.

## Hyväksytty opintosuunnitelma Trafin järjestelmästä



**Ajotaito Oy Autokoulu**  
Hämeentie 54  
00500  
Helsinki

### PÄÄTÖS

Päiväys/Datum/Date 14.11.2012  
Dnro/Dnr/Ind.No. TRAFI/20067/05.03.07/2012  
Viite/Referens/Ref Liikenteen  
turvallisuusvirastoon  
8.11.2012 saapunut  
hakemuksenne

### Koulutusohjelman hyväksyminen

Kuorma- ja linja-auton kuljettajien ammattipätevyyskoulutus.

### Säädösperusta

Laki kuorma- ja linja-auton kuljettajien ammattipätevyydestä 16.3.2007/273.

### Päätöksen saaja

Ajotaito Oy Autokoulu

### Koulutusohjelma


Autokoulu Ajotaidon perustason ammattipätevyyskoulutus 140/35 h henkilö- ja tavaraliikenne


### Päätös

Liikenteen turvallisuusvirasto myöntää luvan koulutusohjelman käyttöön.

### Ehdot ja rajoitukset

1. Hyväksyminen koskee perustason ammattipätevyyskoulutusta.
2. Hyväksyntä on voimassa 14.11.2017 saakka, mutta se voidaan peruuttaa tai sitä voidaan muuttaa, mikäli aihetta ilmenee.
3. Liikenteen turvallisuusvirasto ja sen osoittama palveluntuottaja valvoo kuorma- ja linja-auton kuljettajien ammattipätevyyskoulutusta.

  
Mikko Västilä  
Ryhmäpäällikkö

  
Jussi-Pekka Laine  
Tarkastaja

Maksu 110€  
Liitteet Valitusosoitus hallinto-oikeudelle  
Koulutusohjelma

**Tavaraliikenne; henkilökohtainen ajo-opetus ja EAK sisältyvät kokonaismääriin**

Oppiaine nro	Teoriaopetusta	Käytännön harjoituksia	Henkilökohtaista ajo-opetusta	Ennakoivan ajon opetusta	Ennakoivan ajon käytännön harjoituksia	Yhteensä tuntia
1.1.	7		2	4	4	17
1.2.	7	4	2			13
1.3.	7		2	3	3	15
1.4	14	8				22
2.1.	4	3	2			9
2.2	10	4				14
3.1.	7					7
3.2.	7					7
3.3.	3					3
3.4.	4					4
3.5.	10	5				15
3.6.	7					7
3.7	5		2			7
Yhteensä	92	24	10	7	7	140

**Laajennus henkilöliikenteestä tavaraliikenteeseen 35 h**

Oppiaine nro	Teoria opetusta	Käytännön harjoituksia	Henkilökohtaista ajo-opetusta	Ennakoivan ajon käytännön harjoituksia	Yhteensä
1.4	7	4	3	7	21
2.2	7	2			9
3.7	5				5
Yhteensä	19	6	3	7	35

Yllä olevan opintosuunnitelman sivut ovat vain havainnollistamassa opintosuunnitelman sisältöä. Varsinainen opintosuunnitelma käsittää 17 sivua ja on luettavissa osoitteessa:

[http://www.trafi.fi/filebank/a/1352886484/da2aeef1de1cfc4d4b32c03868439535/10744-Autokoulu\\_Ajotaidon\\_perustason\\_ammattipätevyyskoulutus\\_140\\_ja\\_35\\_h\\_henkilö-\\_ja\\_tavaraliikenne.pdf](http://www.trafi.fi/filebank/a/1352886484/da2aeef1de1cfc4d4b32c03868439535/10744-Autokoulu_Ajotaidon_perustason_ammattipätevyyskoulutus_140_ja_35_h_henkilö-_ja_tavaraliikenne.pdf)

## Kuljettajille tehty tietotasotutkimus

### Linja-auto tekniikan tietotason selvitys kysely

Kysely toteutetaan anonymina ja vastauksia hyödynnetään Uudenmaan Ajo-opiston koulutus materiaalin suunnittelussa.

Ikä:	
Sukupuoli:	
Työkokemus vuosina:	

Ympyröi jokaisen kysymyksen oikealta puolelta numero, joka vastaa parhaiten tietojasi asian tai tekniikan tuntemisesta.

Käytä taulukon ylärivillä olevaa asteikkoa.

lisäksi arvioi oikean puoleiseen tyhjään sarakkeeseen asteikolla 1-5 kuinka tärkeäksi koet osa-alueen merkityksen työssäsi tai työtehtävässäsä selviytymiseen, siten että 1 tarkoittaa ei lainkaan tärkeä ja 5 että erittäin tärkeä.

Kysymys	Tietotaso					
	Ei lain- kaan tie- toa	välttävät tiedot	kohtalaiset tiedot	Tuntee järjes- telmän	perehtynyt tekniikkaan	
Moottori- ja jäähdytysjärjestelmä	1	2	3	4	5	
paineilma järjestelmät: alusta ja jarrut	1	2	3	4	5	
Voimansiirtojärjestelmät	1	2	3	4	5	
linja-auton tilantarve liikenteessä	1	2	3	4	5	
oman ajotavan merkitys taloudellisuuteen	1	2	3	4	5	
poltto- ja voiteluaineet	1	2	3	4	5	
Hidastin	1	2	3	4	5	
renkaat	1	2	3	4	5	
tuuletus ja lämmitysjärjestelmät	1	2	3	4	5	
sähkölaitteet	1	2	3	4	5	

linja-auton pakokaasupäästöt ja niiden puhdistus	1	2	3	4	5	
Linja-auton fyysiset ominaisuudet ja sen huomioiminen ajotavassa.	1	2	3	4	5	

Minkälaisia asioita tai tietoja raskaan kaluston tekniikasta koet että on tärkeää kouluttaa alalle pyrkiville kuljettajille?

---

---

**Kiitos osallistumisesta kyselyyn.**

